

植物育種学研究室 Laboratory of Plant Breeding

丸 橋 亘
Wataru MARUBASHI

＊はじめに

私は煙草（シガレットなど）を嗜む習慣を持たないが、当研究室では、工芸作物でもあり、属内に多くの種を含み、実験植物としても有用なタバコ属植物を交雑実験に使用している。タバコ属植物には、栽培種であるタバカム種（*Nicotiana tabacum*）とルスチカ種（*N. rustica*）の他に、70種を越える野生種が知られている。これらのタバコ属植物は南米大陸を起源とし、北米大陸、オーストラリア大陸とそれら3大陸の島嶼部に加えアフリカ大陸にも分布している。

＊種間雑種における交雑障害（生殖的隔離）

タバコ属野生種は、栽培種に有用な形質を導入するための遺伝資源として役立つと期待されているが、栽培種との間で通常の交配を実施すると、以下の場面(1)～(4)で交雑障害が現れ、雑種植物が得にくい、または全く得られないことが知られている。

- (1) 花粉管が花柱組織の途中で伸長を停止する。
- (2) 受精は成立するが、雑種胚の成長が停止する。
- (3) 雑種種子は得られるが、播種して発芽すると幼植物のうちに枯死する（雑種致死）。
- (4) 雑種植物は成長するが、腫瘍を形成するなど弱勢を示し、開花に至らない。

これらの現象は、野生種と栽培種との間で互いの遺伝子交換を妨げ、種の独立を維持しようとする、いわゆる生殖的隔離機構として知られ、他の植物種でも広く認められる現象である。育種のプログラムは雑種植物が得られたところからスタートするが、そのスター

ト地点にも立てない上記のケースを当研究室では検討の対象としてきた。現在は、中でも最も手強い(3)の障害つまり雑種致死を研究の対象としている。この雑種致死の性質を明らかにし、それを克服するための研究を実施している。

＊タバカム種（*N. tabacum*）の成立

シガレットなどの原料として使われているタバカム種は、南米原産のシルベストリス種（*N. sylvestris*: SS）を母方の祖先種として、同じく南米原産のトメントシフォルミス種（*N. tomentosiformis*: TT）を父方の祖先種とする複二倍体（自然交雑後に染色体組がそのまま倍加したもの）であり、南米に自生している。タバカム種が持つゲノムを表記すると SSTT と表記できる（実はタバカム種では異なるゲノム間での染色体の組換えが生じているがここではこれ以上言及しない）。これらの祖先種とされている植物間では実験的に容易に雑種ができることから、タバカム種成立の際には生殖的隔離機構が働かなかったらしい。なお、タバカム種の野生種（例えば脱粒性を示す個体）はまだ発見されていない。

＊スアベオレンテス節野生種（21種が含まれる）とタバカム種の間での交雑障害

オーストラリア大陸に自生するスアベオレンテス節野生種と南米起源のタバカム種を交雑すると雑種種子は容易に得られるが、それを播種すると発芽した幼植物がすべて枯死してしまう。この症状を雑種致死とよぶ。この交雑に関しては、当研究室および共同研究先（大阪府立大学、東京農工大学、茨城大学）とのこれ

までの細胞生物学的、遺伝学的な研究による成果として次の2つのことを明らかにしている。1つ目は雑種幼植物の枯死の過程にはアポトーシス様の細胞死が伴う。2つ目は、スアベオレンテス節野生種とタバカム種の祖先種との交雑実験から、この致死に関わるタバカム種側の原因ゲノムはSゲノム（シルベストリス種由来のゲノム）であり、染色体欠損系統を利用した交雑実験により、Sゲノム中の第11連鎖群が原因染色体であり、続く連鎖解析の結果、その末端近くに致死を誘導する遺伝子が座乗することおよび野生種側の遺伝子は1座位であることを明らかにした。今後はこれらの致死を誘導する遺伝子の機能および遺伝子間の働きあいを検討していきたい。

＊レパンダ節野生種（4種が含まれる）とタバカム種の間の交雑障害

北米大陸およびその島嶼部に自生するレパンダ節野生種は、上記スアベオレンテス節野生種に比べて、これまで検討の対象とされる機会が少なかった。当研究室開設（約11年前）以来、レパンダ節野生種とタバカム種との交雑実験を実施してきた。レパンダ節4種のうちの1つであり大陸側に自生するスディカウリス種（*N. nudicaulis*）とタバカム種との雑種実生は幼苗期にアポトーシス様の細胞死を発現し枯死するが、タバカム種の祖先種との交雑実験から、タバカム種側の原因ゲノムはSゲノムであることを明らかにした。それならここでも第11連鎖群が関わっているだろうと期待したところ、染色体欠損系統を利用した交雑実験により、Sゲノムではあっても別の染色体が原因染色体であることが判明した。これまでに報告されたことのない新たな原因染色体がこの致死に関わっていることを教えてくれた生存可能な雑種植物（図1）が現在、当研究室内で元気に育って開花期を迎えている。

加えて北米大陸の島嶼部に自生するストックトニ種（*N. stocktonii*）とタバカム種（SSTT）の間には説明に苦しむ関係があることがわかった。両者の雑種実生は致死症状などまったく示さず健全に生育して開花に至るが、タバカム種の祖先種とされるシルベストリ



図1 タバカム種染色体欠損系統（ある特定の染色体が欠損した系統）×スディカウリス種の雑種実生。この雑種は致死することなく健全に生育することからタバカム種の当該（欠損）染色体上に致死遺伝子が座乗すると判断できる。

ス種（SS）あるいはトメントシフォルミス種（TT）を交配親として得た雑種実生は両方ともなぜか致死症状を示して枯死した。両祖先種が持っていた雑種致死の原因となる因子が、タバカム種が成立した後に2つとも機能を喪失したのか、それとも現存する祖先種とされる種とは別の種がタバカム種の真の祖先種となったのかなど、想像を掻き立てられる現象に出くわしている。この問題については、合成タバカム（実験的に作成した複二倍体でゲノム組成はSSTT）を用いた交雑実験や同じTゲノム種に分類されてはいるが、トメントシフォルミス種と若干異なる組成のTゲノムを持つ別のタバコ野生種を用いた交雑実験からヒントが得られると期待している。

＊これから

南米大陸に自生するタバカム種に対して、オースト

ラリア大陸あるいは北米大陸に自生するタバコ属野生種を交雑するとその雑種実生がアポトーシス様の細胞死を発現して致死する。上述のように、これらの致死については、タバカム種側の原因染色体は異なることが判明した。雑種実生に細胞死が発現する機構の上流の過程について、交雑組み合わせが違えば異なるメカニズムが働くのかあるいは因子のありかは異なっても

同様のメカニズムが働くのかはわかっていない。これを解明できれば、タバコ属内ではどのように生殖的隔離機構を進化させてきたのかを明らかにできると共に生存可能で育種のプログラムに乗せることができる雑種実生を効率的に育成する方法の開発に繋がると期待している。